

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-246998

(43)Date of publication of application : 02.10.1989

(51)Int.Cl.

H04R 17/00

(21)Application number : 63-074963

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.1988

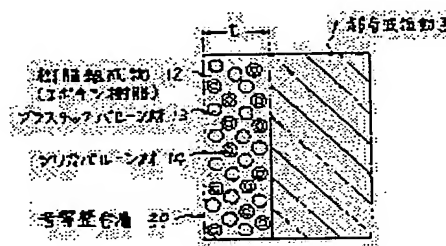
(72)Inventor : YANAGAWA KATSUHIKO

## (54) ULTRASONIC TRANSDUCER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent decline of elastic modulus associated with the reduction in acoustic impedance so as to secure the accuracy of thickness of a matching layer by using a mixed material of a plastic balloon material and silica balloon material mixed with each other at a prescribed ratio as fine hollow spheres.

**CONSTITUTION:** The acoustic matching layer 20 closely contacted with the ultrasonic wave radiating surface of an ultrasonic vibrator 1 of a piezo-electric ceramic substance is made of a material prepared in such a way that plastic balloon material 13 of vinylidene chloride copolymer and silica balloon material 14 are mixed into an epoxy resin constituent 12 used as a resin constituent at prescribed ratios and the mixture is hardened. Therefore, because of the silica balloon material 14, decline of the elastic modulus can be suppressed and the layer 20 is hardly scratched. Moreover, the precise machinability of the layer 20 is improved and the thickness can be maintained accurately to the 1/4 of the wavelength of ultrasonic waves.



Best Available Copy

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-246998

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 04 R 17/00

識別記号

3 3 0

庁内整理番号

J-7923-5D

④ 公開 平成1年(1989)10月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 超音波トランスジューサ

⑦ 特 願 昭63-74963

⑧ 出 願 昭63(1988)3月29日

⑨ 発 明 者 柳 川 克 彦 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑩ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑪ 代 理 人 弁理士 山口 巖

## 明 細 書

## 1. 発明の名称 超音波トランスジューサ

## 2. 特許請求の範囲

1) 樹脂組成物中に微小中空球を混合してなる音響整合層を超音波振動子の超音波出射面に密着して形成したものにおいて、前記微小中空球がプラスチックバルーン材とシリカバルーン材の混合材であることを特徴とする超音波トランスジューサ。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は超音波距離検出装置、近接物体検出装置等に使用される空中用超音波トランスジューサに関する。

〔従来の技術〕

圧電セラミック等の振動子を空中用超音波トランスジューサとして使用する場合、振動子の音響インピーダンスが空気のそれに比べて遥かに大きいために、超音波の送信、受信効率が極めて低い。そこで振動子の超音波出射面に密着して両者の中間の音響インピーダンスを有する音響整合層を設

け、超音波の送受信性能を高めた超音波トランスジューサが知られている。

超音波トランスジューサは、第5図に示すように圧電セラミック振動子1の超音波出射面に密着して音響整合層2を形成した構造である。圧電セラミック振動子1の音速  $C_1$  は約  $4000 \text{ m/S}$ 、密度  $\rho_1$  は約  $7400 \text{ kg/m}^3$  であり、その積で表わされる音響インピーダンス  $Z_1$  は約  $3 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{S/m}^2$  となる。また超音波ビーム10が出射される空気3の音速  $C_3$  は約  $344 \text{ m/S}$ 、密度  $\rho_3$  は約  $1.2 \text{ kg/m}^3$  であり、音響インピーダンス  $Z_3$  は約  $413 \text{ N} \cdot \text{S/m}^2$  となる。

したがって、両者の音響インピーダンスの中間値としての整合層2の音響インピーダンス  $Z$  としては、両者の音響インピーダンス  $Z_1 \cdot Z_3$  の後の平方根で与えられる  $1.1 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{S/m}^2$  が最適値となる。音響インピーダンス  $Z$  を最適値に近づけるために、整合層2の材質の検討が種々行われており、例えば樹脂組成物としてエポキシ樹脂を用い、微小中空球として塩化ビニリデン

共重合体からなる直径数10ないし数100  $\mu\text{m}$ のプラスチックバルーン材を用いたものが知られている。

第6図はエポキシ樹脂に対するプラスチックバルーン(比重0.05, 平均粒径40  $\mu\text{m}$ )の添加量(体積分率)を変えて得られた整合層2の音速C, 密度 $\rho$ , 音響インピーダンスZ特性線図であり、プラスチックバルーン添加量を体積分率で0.6とした場合、音響インピーダンスは約 $6.5 \times 10^5$ の5乗 $N \cdot S / \text{cm}^2$ , 体積分率0.7でも $4 \times 10^5$ の5乗程度となり、最適値 $1.1 \times 10^5$ の5乗 $N \cdot S / \text{cm}^2$ に比べてまだかなり大きい値となる。

第7図は上記整合層のプラスチックバルーン添加量と弾性率Eとの関係を示す特性線図であり、エポキシ樹脂単体で330  $\text{kg/cm}^2$ あった弾性率が体積分率0.6では66  $\text{kg/cm}^2$ に、体積分率0.7では54  $\text{kg/cm}^2$ にまで低下し、剛性の低下が著しい。プラスチックバルーン材の比重をさらに下げれば、音響インピーダンスZを最適値に近づける

増大とともに超音波透過率が著しく低下する。ことに前述の超音波トランスジューサにおいては、整合層のZを最適値 $1.1 \times 10^5$ の5乗 $N \cdot S / \text{cm}^2$ にしたとしてもインピーダンス比 $Z_1/Z$ ,  $Z/Z_1$ は約270にも達し、僅かな波長 $\lambda$ , 厚み $t$ のずれがあれば超音波の透過は極めて困難になる。このことから、整合層の厚み $t$ を超音波の $1/4$ 波長に精度よく安定して保持することがインピーダンス比を最適値に保持すること以上に重要であると考えられる。ところが、従来の整合層においてはインピーダンスZを最適値に近づけるに伴って弾性率Eが大幅に低下し、厚み $t$ を精度よく得ることが困難なばかりか、外傷を受けやすいためその維持管理も困難になる欠点がある。

この発明の目的は、音響インピーダンスの低減に伴い弾性率の低下が少く、したがって整合層の厚みの精度の確保を容易化することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するために、この発明によれば、樹脂組成物中に微小中空球を混合してなる音響整

合層を超音波振動子の超音波出射面に密着して形成したものにおいて、前記微小中空球がプラスチックバルーン材とシリカバルーン材の混合材であることとする。

〔作用〕

前述のように、空中用超音波トランスジューサの音響整合層としては、音響インピーダンスZを最適値に近づけることに重点が置かれてきた。ところで、この種の整合層の基本原理は、第8図にその厚みと超音波透過率との関係を示すように、整合層の厚み $t$ が整合層内における超音波の波長 $\lambda$ の $1/4$ , すなわち四分の一波長に等しく形成されたとき、その波長 $\lambda$ に相応する周波数の超音波のみが減衰することなく透過(透過率1)する現象、いわゆる共振伝送を利用するものであって、整合層の厚み $t$ , あるいは超音波の波長 $\lambda$ が上記共振伝送条件からずれた場合には、第8図に示すように整合層の音響インピーダンスZと空気または振動子の音響インピーダンスとの比 $Z_1/Z$ または $Z/Z_1$  (以下インピーダンス比とよぶ)の

合層を超音波振動子の超音波出射面に密着して形成したものにおいて、前記微小中空球がプラスチックバルーン材とシリカバルーン材の混合材であることとする。

〔作用〕

上記手段において、樹脂組成物中に混合する微小中空球として、プラスチックバルーン材とシリカバルーン材を所定の割合で混合材を用いるよう構成したことにより、樹脂組成物としてのエポキシ樹脂に剛性の高いシリカバルーン材を混合した場合、その添加量に比例して整合層の密度 $\rho$ および音響インピーダンスZは低下傾向を示すのに対し、弾性率Eおよび音速は逆に上昇傾向を示すことを利用し、混合バルーン材を添加した整合層の弾性率の低下を軽減することが可能となり、したがって整合層の厚み $t$ を整合層内超音波の $1/4$ 波長に精度よく合わせることが容易となり、音響インピーダンスZは従来より幾分高くなるものの共振伝送を有効に活用でき、したがって超音波送受信性能の高い空中超音波トランスジューサを得

ることができる。

#### 〔実施例〕

以下この発明を実施例に基づいて説明する。

第1図はこの発明の実施例超音波トランスジューサを示す説明図であり、圧電セラミックからなる超音波振動子1の超音波出射面に密着して設けられた音響整合層20は、樹脂組成物としてのエポキシ樹脂組成物12中に、塩化ビニリデン共重合体からなるプラスチックバルーン材13（比重0.05，平均粒径40 $\mu$ m）と、シリカバルーン材14（比重0.5，平均粒径50 $\mu$ m）とを所定の割合で配合，硬化処理したものが用いられる。整合層20は、混合された液状の素材を金型に注入し、室温で硬化させた後機械加工を行い、厚み $t$ が超音波の1/4波長と等しくなるよう加工された整合層を形成し、整合層に用いたエポキシ樹脂組成物を接着剤として振動子1の表面に空隙を残さないよう密着固定する。

第2図はシリカバルーン材の作用を説明するための特性線図であり、エポキシ樹脂組成物12中

7kg/m<sup>3</sup>となり、プラスチックバルーン材のみを約33%添加した従来の整合層の弾性率に匹敵する値が得られ、その結果金型成型された素材の精密機械加工が可能となり、整合層の厚みを1/4波長に精度よく上げることができる。

第4図は実施例整合層の音響特性線図であり、シリカバルーン材30%，プラスチックバルーン材50%，混合バルーン材全体としての体積分率を80%とした場合、整合層20の音速 $C$ は2000m/s，密度 $\rho$ は500kg/m<sup>3</sup>，音響インピーダンス $Z$ は1×10の6乗N・s/m<sup>2</sup>，弾性率 $E$ は137kg/m<sup>2</sup>となり、音響インピーダンスは最適値1.1×10の5乗N・s/m<sup>2</sup>に比べてほぼ1けた高いものの、機械加工性が高く寸法精度の確保が容易化されることにより、共振伝送を有効に利用して高い超音波送受信性能を発揮しやすい整合層を得ることができる。

なお、シリカバルーン材14の体積分率は30%に限定されるものではなく、混合バルーン材全体の体積分率を注型加工が容易な80%程度とし

にシリカバルーン材14のみを配合硬化した材料の音速 $C$ ，密度 $\rho$ ，および音響インピーダンス $Z$ を示している。図において、 $\rho$ および $Z$ はシリカバルーン材14の体積分率が増加するとともに低下する傾向を示すが、音速 $C$ は逆に増加する傾向を示す。

第3図は、弾性率特性線図であり、上記シリカバルーン材14のみを配合した材料の弾性率 $E$ と、混合バルーン材としてシリカバルーン材を体積分率で約30%一定（横軸の30%以下の範囲）とし、これに添加するプラスチックバルーン材13の体積分率を0から60%の範囲で変えて形成した整合層20の弾性率 $E$ （横軸の体積分率30%以上の範囲）を併せて示した。シリカバルーン材14を体積分率で30%配合したことにより、混合バルーン材を配合した整合層の弾性率 $E$ は従来の整合層の弾性率（第7図参照）に比べて全体的に上昇し、例えばシリカバルーン材30%，プラスチックバルーン材50%，混合バルーン材全体としての体積分率が80%における弾性率は13

シリカバルーン材14が占める体積分率を10ないし40%程度の範囲で選択することにより、弾性率と音響インピーダンスが異なる整合層を任意に形成することができる。

#### 〔発明の効果〕

この発明は前述のように、樹脂組成物に配合する微小中空球として、プラスチックバルーン材とシリカバルーン材との混合材を用いるよう構成した。その結果、プラスチックバルーン材のみによって音響インピーダンスを下げることに付随して整合層の弾性率が大幅に低下し、これが原因で共振伝送に不可欠な整合層の寸法精度の確保が困難になるという、従来気付かなかった問題点が排除され、シリカバルーン材の配合によって弾性率の低下が抑制され、外傷を受け難くなるとともに精密機械加工性が向上するので、整合層の厚みを超音波の1/4波長に精密に保持することが容易となり、この波長の超音波を無損失で透過する共振伝送を有効に利用して超音波送受信性能の高い空中用超音波トランスジューサを提供することがで

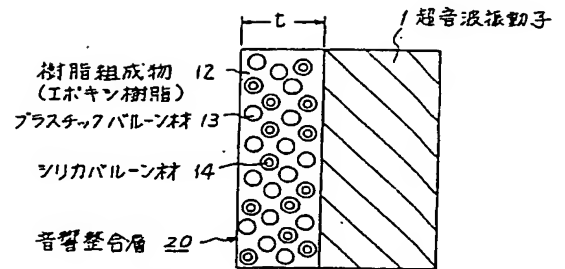
きる。

#### 4. 図面の簡単な説明

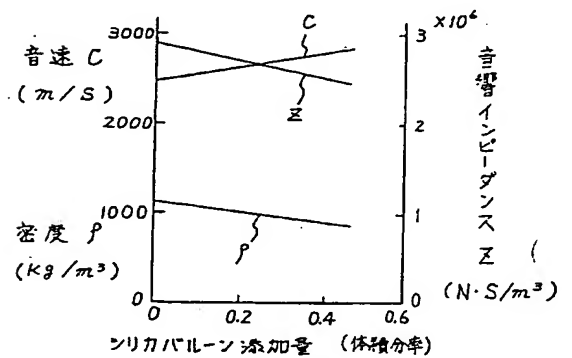
第1図はこの発明の実施例装置を示す説明図、第2図はシリカバールン材の作用を説明するための特性線図、第3図は実施例整合層の弾性率特性線図、第4図は実施例整合層の音響特性を示す特性線図、第5図は従来装置を示す概略断面図、第6図は従来装置の整合層の音響特性を示す特性線図、第7図は従来装置の整合層の弾性率特性線図、第8図は整合層の超音波透過率を示す原理的特性線図である。

1…超音波振動子、2、20…音響整合層（整合層）、12…樹脂組成物（エポキシ樹脂）、プラスチックバールン材、14…シリカバールン材、 $t$ …整合層の厚み（ $1/4$ 波長）、 $C$ …音速、 $\rho$ …密度、 $Z$ …音響インピーダンス、 $E$ …弾性率、 $\lambda$ …波長。

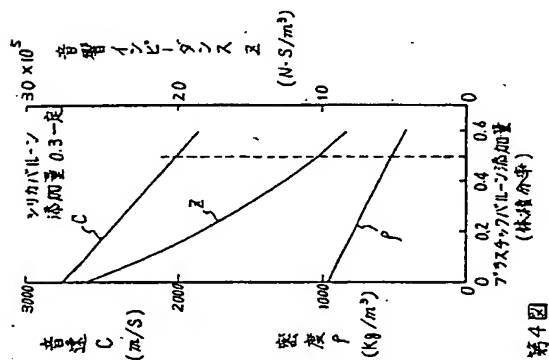
代理人弁護士 山口 豊



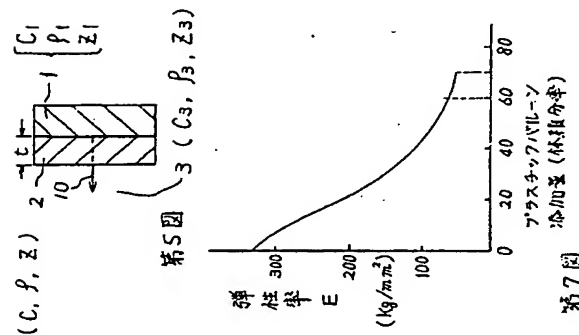
第1図



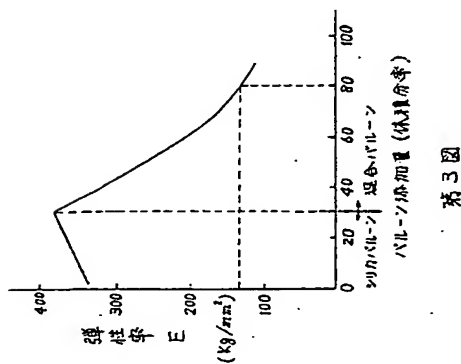
第2図



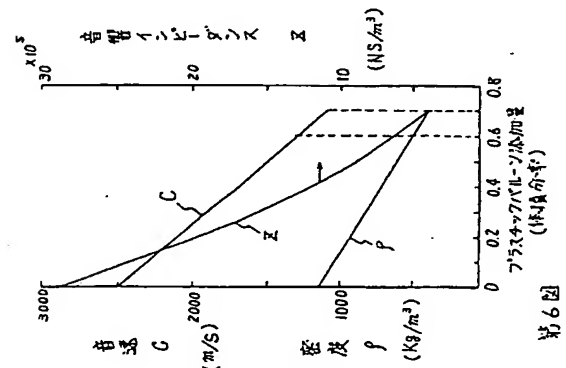
第4図



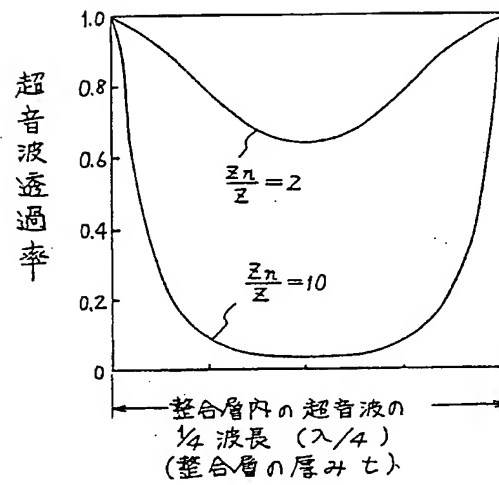
第7図



第3図



第6図



第8図